



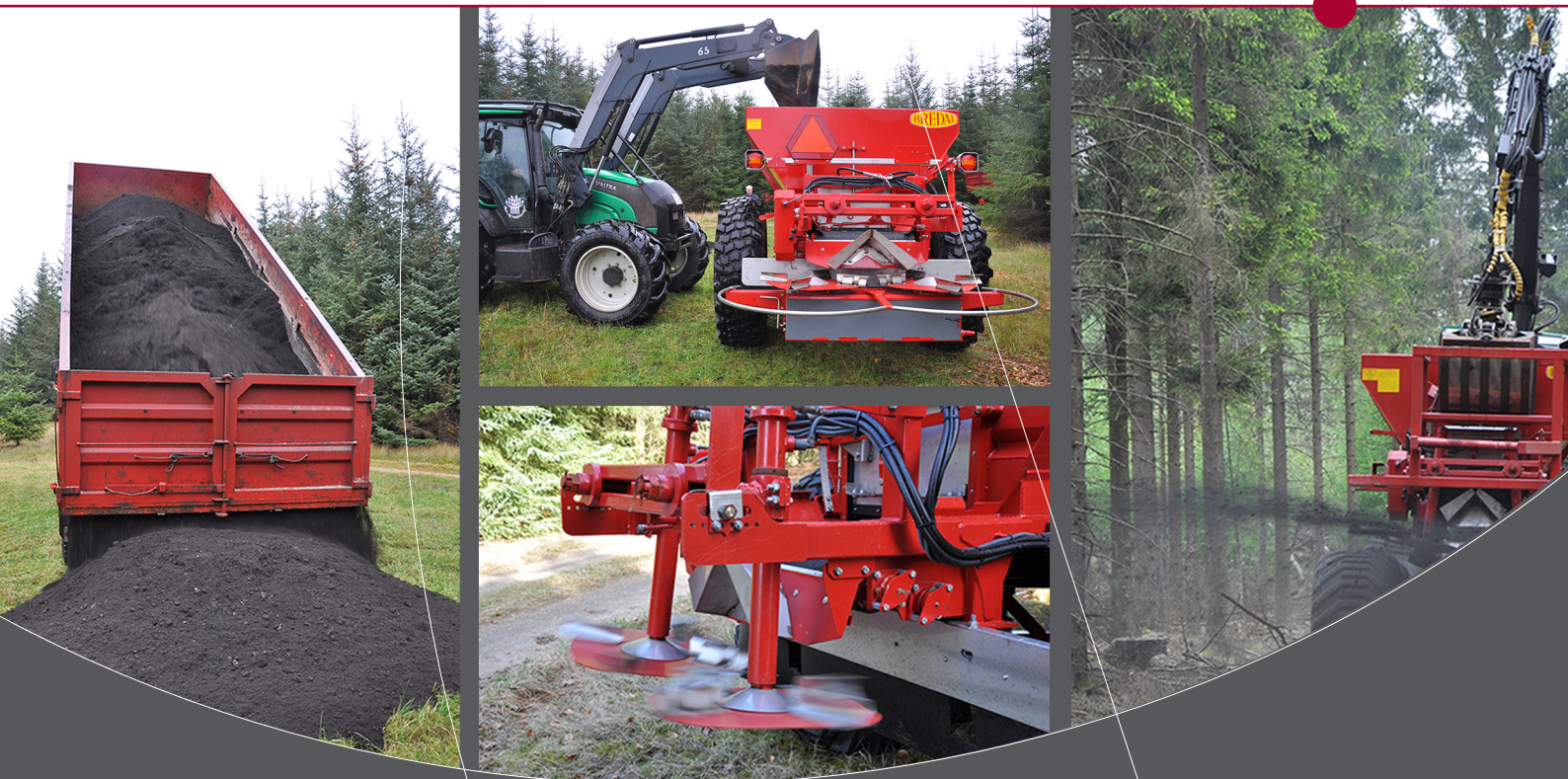
Dosering og spredning af flisaske

Skov, Simon; Ingerslev, Morten

Publication date:
2014

Document version
Også kaldet Forlagets PDF

Citation for published version (APA):
Skov, S., & Ingerslev, M. (2014). *Dosering og spredning af flisaske*. Institut for Geovidenskab og Naturforvaltning, Københavns Universitet. IGN Rapport Nr. Aug. 2014



Dosering og spredning af flisaske

Simon Skov
Morten Ingerslev

IGN Rapport
August 2014

Titel

Dosering og spredning af flisaske

Forfattere

Simon Skov og Morten Ingerslev

Bedes citeret

Skov, S., Ingerslev, M. (2014): Dosering og spredning af flisaske.
Institut for Geovidenskab og Naturforvaltning, Københavns Universitet,
Frederiksberg. 40 s. ill.

Udgiver

Institut for Geovidenskab og Naturforvaltning
Københavns Universitet
Rolighedsvej 23
1958 Frederiksberg C
Tlf. 3533 1500
ign@ign.ku.dk
www.ign.ku.dk

Ansvarshavende redaktør

Niels Elers Koch

ISBN

978-87-7903-657-4

Grafisk arbejde

Sidsel Lotz Jespersen

Omslag

Karin Kristensen

Forsidefotos

Simon Skov

Publicering

Rapporten er udelukkende publiceret på www.ign.ku.dk

Gengivelse er tilladt med tydelig kildeangivelse

Skriftlig tilladelse kræves, hvis man vil bruge instituttets navn og/eller dele af denne rapport i sammenhæng med salg og reklame.

Forord

”Dosering og spredning af flisaske i skove” er et projekt under Naturstyrelsens ordning for ”Praksisnære forsøg”.

Projektets begrænsede økonomiske ramme medfører, at spredningsforsøgene er begrænset til de skove, hvor der er planlagt askespredning, som en del af driften. Af den grund bygger projektet i høj grad på de praktiske forhold på spredningsdagen. Projektet er derfor i højere grad praksisnært end videnskabeligt designet. Fra den videnskabelige vinkel havde det ønskeligt kun at ændre én parameter af gangen. F.eks. samme spredere, samme aske, forskellige bevoksninger og derefter f.eks. forskellige spredere, samme aske og samme bevoksning. Det var også ønskeligt med f.eks. tre gentagelser af hver spredning.

Bioaskebekendtgørelsens krav i forbindelse med spredning af aske er, at asken spredes jævnt og doseres korrekt. Disse krav gælder under alle forhold og med alle typer aske. Projektet afspejler en række eksempler på spredning af aske i skovbevoksninger. Projektet viser, at det er muligt at opfylde kravene, men også at opgaven kræver særlig opmærksomhed.

Uddrag af projektets resultater kan ses på www.bioaske.dk (af Simon Skov og Morten Ingerslev) sammen med andre informationer om flisaske.

Det er håbet, at projektet vil bidrage til, at flere skovejere, der producerer flis, vælger at recirkulere næringsstoffer med flisasken.

Indhold

Forord	3
Resumé	5
Baggrund	6
Formål	7
Metode	8
Spredninger	10
Gammel Bredal-vogn	10
Ny Bredal-vogn	15
Remtrukne tallerkener	17
Tallerkner på stilke	22
Bredal på Timberjack	26
Barkskader	31
Skovbunden	35
Økonomi	37
Konklusion	38
Litteratur og links	39
Tak	39

Resumé

Det er projektets formål at evaluere i hvilken grad Bioaskebekendtgørelsens krav om jævn spredning og præcis dosering kan opfyldes i praksis. Der er foretaget forsøgsspredninger med fire udgaver af Bredal-tallerkenspredere: 1) en gammel Bredal-spreader, 2) en fabriksny Bredal-spreader med remtrukne tallerkner, 3) en fabriksny Bredal-spreader med tallerkener på stilke, 4) en Bredal-spreader monteret på en skovmaskine. Formålet er at opnå en jævn spredning og præcis dosering af asken på skovbunden.

Der er konstateret en vis variation i måleresultaterne. Variationen skyldes dels måleteknik, hvor prøvefladens størrelse er vigtig, da større prøveflade medfører mindre måleusikkerhed, dels forskelle i skoven, hvor træer og terræn medfører en vis variation i spredningen.

Uanset typen af spreader skal den justeres i forhold til askens konsistens og vandindhold mv., samt sporbredden og den ønskede dosering. Justeringen er vanskeligere på en gammel spreader end på en ny computerstyret spreader, der bl.a. har vejeceller, der letter styringen af askedoseringen.

Sprederesultaterne viser, at både spredning og dosering kan ske tilfredsstillende i midaldrende sitkagraner. Dette mål kan nås både med en sporafstand på 14 og 22 meter.

Fremkommeligheden i skoven er vigtig. En traditionel remtrukket tallerkensspreader har en begrænset frihøjde pga. en solid afskærmning af remtrækket under tallerknerne. Frihøjden var ikke tilstrækkelig i den helt normale skov, hvor spredningen foregik. På samme vogn kan de remtrukne tallerkener udskiftes med tallerkener på stilke, der driver tallerkenerne ved hjælp af hydraulik. Denne løsning giver betydeligt mere frihøjde.

Den tid det tager at sprede aske afhænger naturligvis af, hvor fremkommelig skoven er, men også af, hvor langt der er mellem askestakken/containeren og spredningsarealet, som asken skal spredes i. Tidsforbruget ved læsning af ladet er også vigtig og afhænger bl.a. af, hvorvidt vognen skal spændes af traktoren, eller skovmaskinens kran kan læsse direkte på ladet.

Under spredningen kan klumperne i asken ramme træerne nærmest sporet med stor kraft, hvilket kan medføre skader på barken. Skaderne varierer efter andelen af klumper. En konkret aske, der kan siges at være "helt almindelig", er soldet, og har et indhold af klumper over 10 mm på 33 % (friskvægt). Dette medførte mindre skader på 14 % af træerne i første række.

Baggrund

Det er ønskeligt, at de næringsstoffer, der tages ud af skovene med flis, tilbageføres ved at sprede flisaske. Hvis udtaget af biomasse og dermed næringsstoffer fra skoven ikke kompenseres, er der en risiko for, at træernes vækst efterfølgende kan blive hæmmet af næringsstofmangel. Bioaskebekendtgørelsen regulerer anvendelsen af aske efter afbrænding af flis og andre typer biomasse, der er anført i bekendtgørelsens bilag 1. I bekendtgørelsen findes de grænseværdier og regler, der leder frem til en beregning af doseringen af bioasken på mark eller i skov. Denne undersøgelse omhandler et af Bioaskebekendtgørelsens krav: §15 stk. 2. Asken skal spredes jævnt over det areal, der skal modtage aske.

Både i Sverige og Danmark er Bredal-tallerkenspredere i forskellige modeller den mest anvendte løsning i forbindelse med spredning af aske. Bredal A/S har været interesseret i at få undersøgt om deres spredere virker efter hensigten under realistiske feltforsøg og har derfor indvilget i at deltage i dette projekt ved at stille spredere rådighed. Bredal har hverken indflydelse på design, resultater eller formidling. Andre fabrikater har ikke været inddraget i forsøget. Det er ikke et bevis på, at der ikke findes andre egnede spredere, men en leverandøroversigt ligger uden for nærværende projekt.



Sorteringsmaskine deler hærdet aske i tre fraktioner efter klump-størrelse. Borås, Sverige. (Foto: Simon Skov)



Knusning af klumper med traktor inden spredning. (Foto: Simon Skov)

Formål

Projektets formål er at afprøve de praktiske forhold omkring korrekt dosering og jævn spredning af flisaske i skov. Projektet drejer sig om afprøvning af eksisterende udstyr med fokus på tallerkenspredere. Projektets formål er således ikke at give præcise tekniske anvisninger på indstillingen af spredere, da denne instruktion påhviler leverandøren af spredere. Projektets forventede resultat er en evaluering af mulighederne for at opfylde Bioaskebekendtgørelsens krav om jævn spredning og præcis dosering.

Metode

Den overordnede metode til at opfylde formålet med projektet, er at analysere spredningen af aske under ”virkelige” forhold. Der er foretaget målinger hos Naturstyrelsen i Thy og i Fromsseir Plantage i Midtjylland.

Alle forsøg er udført med Bredal-tallerkenspredere af forskellige årgang og type.

Analysen af en spredning foretages ved at opstille bakker på skovbunden i række på tværs af sporet, hvor sprederen kører. Der er anvendt to størrelser bakker med et areal på hhv. 0,03 m² og 0,24 m². Bakkerne rengøres, forvejes og placeres, hvorefter spredningen sker. Når sprederen har kørt ad sporet og spredt aske til begge sider skal bakkerne vejes, så vægten på det nedfaldne aske kan beregnes. Der tages en frisk prøve ud af askestakken, så vandprocenten kan bestemmes. Det forudsættes, at vandprocenten er den samme i udgangsmaterialet og det spredte aske.



Bakke til opsamling og vejning af spredt aske. (Foto: Simon Skov)

Der er udført forsøg med fire typer tallerkenspredere, hhv. en gammel Bredal-vogn, en ny Bredal-vogn med remtrukne tallerkner, en ny Bredal-vogn med tallerkner på stilke og et Bredal-modul monteret på en skovningsmaskine. Disse typer tallerkenspredere er valgt for at fokusere undersøgelsen på den mest realistiske maskinpark.

Spredningen med Bredal tallerkenspredere sker ved, at asken via et gummibånd i bunden af vognen bliver bragt bagud til en fordele, der deler askestrømmen i to, hhv. til højre og venstre. Asken falder herefter ned på to roterende tallerkener, hvorpå der sidder små medbringere, der bringer asken

i fart og slynger den afsted. Tallerknernes fart, samt fordelerens position i forhold til tallerkenerne, bestemmer spredbilledet. Principperne er de samme uanset årgangen på sprederen, men detaljerne og justeringsmulighederne er meget forskellige på de modeller, der indgår i denne undersøgelse. Sprederne er traditionelt lavet til kunstgødning, salt, kalk og lignende partikulært materiale.

Der er udført forsøg i varierende nåletræsbevoksninger. Der indgår et spænd af bevoksninger, så træernes tæthed (antal træer/ha), træernes størrelse (diameter i brysthøjde) og forekomsten af bundgrene indgår i evalueringen af spredningen.



Gummibåndet i bunden af ladet fører asken bagud indtil det fordeles på de to tallerkner, der slynger asken ud til siderne. (Foto: Simon Skov)



Hydraulikstation sidder som standard på siden af sprederen. Den bør flyttes til fronten af sprederen, hvor den sidder mere beskyttet. (Foto: Simon Skov)

Spredninger

I de nedenstående kapitler beskrives forholdene og resultaterne af de enkelte målinger. Forsøgene er opdelt i kapitler. Først beskrives spredningen med "Gammel Bredal-vogn", dernæst "Ny Bredal-vogn" opdelt i et forsøg angående spredning af klumper i asken (spredning 1) og derefter 4 spredninger og sidst "Bredal/Timberjack" med 3 spredninger.

Gammel Bredal-vogn

Der er foretaget kontrollerede spredninger med en gammel Bredal-tallerkenspredervogn. Fremføringsbåndet i bunden af vognen bliver trukket af en rulle, der drives ved at have kontakt med vognens dæk, og skulle således være farttilpasset. Doseringsreguleringen sker desuden ved en hæve/sænkelem bagerst på ladet. Doseringen blev ikke justeret under forsøget, idet man forventede, at den sædvanlige indstilling erfaringsmæssigt svarede til 3 ton/ha. Der blev målt spredning i en sitkabevoksning uden bundgrene, med 787 træer pr. ha i gennemsnit og en diameter i brysthøjde på 23 cm.



Gammel landbrugs-tallerkenspreder bruges nu til askespredning. (Foto: Simon Skov)

Forsøget er anlagt i en bevoksning med 8 meter sporafstand, dvs. 8 meter fra spormidten til næste spors midte. Til at undersøge om asken blev spredt jævnt, blev der benyttet frisbees med et areal på 0,0314 m². Til hver forsøgsspredning blev der i alt benyttet x antal frisbee, som blev fordelt omkring sporet ved at placere én frisbee midt i sporet og en række frisbee ind i bevoksningen med afstanden 2, 3, 4, 6 og 8 meter til spormidten. Afstanden 8 meter svarer til kanten af nabosporet.

Der blev anvendt to typer aske. Den ene var en tørudasket blandaske (blandet flyve- og bundaske), der blev leveret direkte fra varmegærket, mens den anden var en vådudasket blandaske, der havde ligget i stak i skoven i ca. én måned. Askerne benævnes hhv. tør og våd.

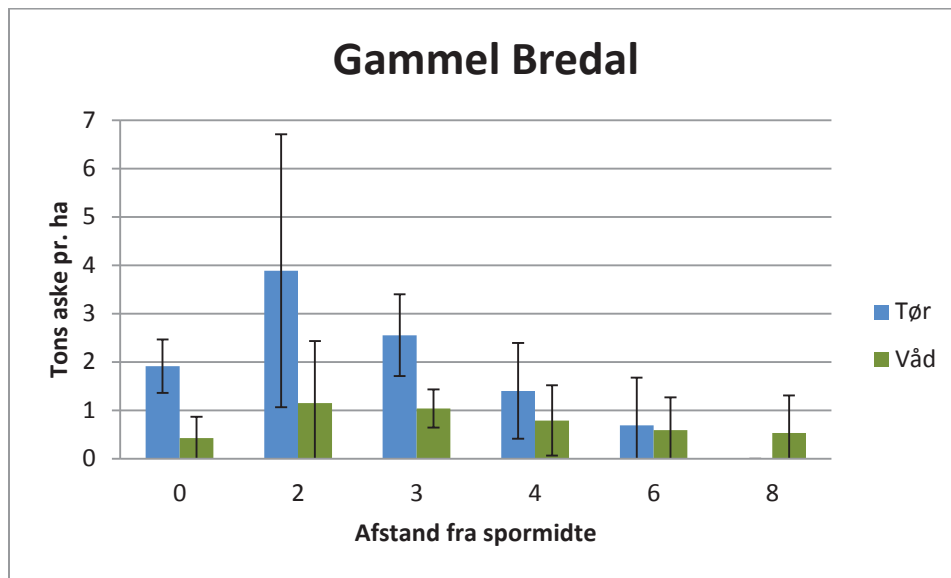


Her leveres den befugtet tørudaskede aske direkte i skoven. Aflæsningen gav store problemer, da asken var stivnet til en klump i containeren. (Fotos: Simon Skov)



*Efter levering blev den tørre aske knust først med frontlæsser senere med tallerkenharve.
(Fotos: Simon Skov)*

Resultatet, der vises som gennemsnittet af seks gentagne spredninger med hhv. tør og våd aske, ses på nedenstående figurer.



Figur 1. De spredte mængder aske ved kørsel i sporet, der svarer til "0 meter". Der er 8 meters sporafstand. Standardafvigelsen er markeret for hver søjle.

Bemærk den store variation der er beregnet som standardafvigelsen mellem de seks gentagne spredninger. Forklaringen på den høje standardafvigelse skal dels findes i det forholdsvis lille prøveareal på 0,0314 m², dels i det heterogene aske-materiale, der består af en blanding af klumper og "støv". Formålet med de seks gentagelser var at give grundlag for en evaluering af forsøgsdesignet. Den store variation medførte, at prøvefladen blev øget fra 0,0314 til 0,2552 m².

Det ses, at især den tørre aske blev spredt med høj dosis i kanten af sporet (1,7 meter fra spormidten) og med aftagende dosis længere inde i bevoksningen. Spredningen var ikke jævn. Den fugtige aske spredtes mere jævnt, men med meget lav dosis, hvilket heller ikke er tilfredsstillende.

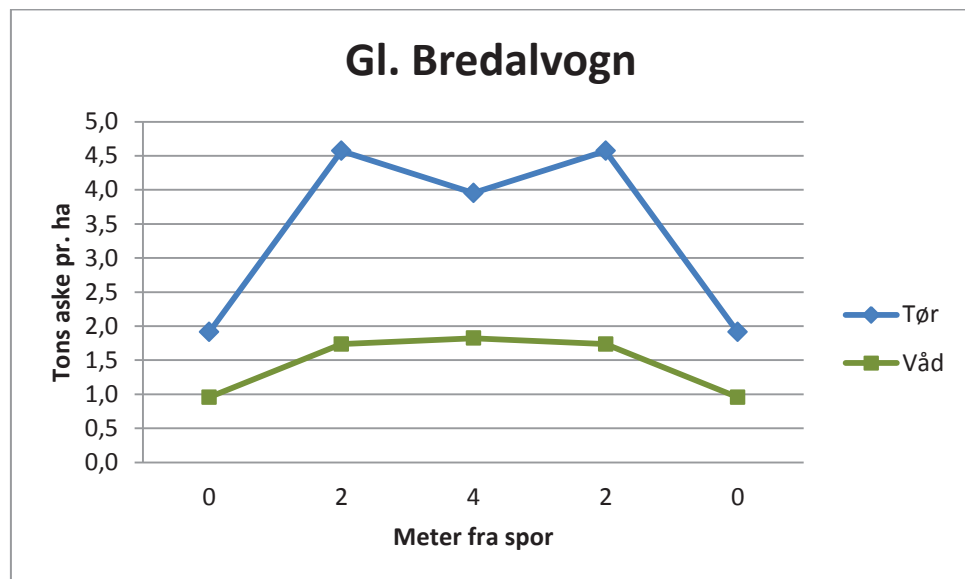


Til de første spredningsforsøg blev der brugt små samlebakker (frisbees). Efter evaluering blev der brugt større bakker. (Foto: Simon Skov)

Ovenstående er målt efter spredning i ét spor, men den endelige dosering opnås ved spredning i alle spor. Doseringen kan beregnes ved at opgive mængden som summen af aske spredt fra to spor. Der er tale om en beregning, ikke en måling.

Nedenstående figur er lavet ud fra samme data som ovenstående figur, men doseringen ved kørsel i alle spor er beregnet. Dog er målepunktet "3m" udeladt, da det skulle regnes sammen med en måling 5 meter fra spormidten, og dette punkt mangler.

Gennemsnittet er 3,4 ton/ha for tør aske og 1,4 ton/ha for våd aske.



Figur 2. Beregnet spredning ved kørsel med gammel Bredal-vogn i begge spor med 8 meters sporafstand.

Den gennemsnitlige dosering er således mindre end ønsket for våd aske, og lidt over det lovlige niveau på maksimalt 3 tons/ha for tør aske. Spredningens jævnhed er god for våd aske, men er relativt ujævn for tør aske. Man kan sige, at tør aske overdoseres i bevoksningen, idet der kun spredes lidt i sporene. Man kan omvendt sige, at asken bør spredes i bevoksningen, og ikke i sporene, hvor optagelsen af næringsstoffer må forventes at være mindre. Der er ikke taget stilling til forskellen mellem spor og bevoksning i Bioaskebekendtgørelsen.



Spredning af et særligt tørt parti aske. Den store støvmængde og diffuse spredning er uønsket og undgås nemt ved befugtning af asken. (Foto: Simon Skov)

For både våd og tør aske er den doserede mængde omregnet til tørstof. Årsagen til forskellen mellem tør og våd aske skal findes i materialets egenskaber. Da doseringen er beregnet som tørstof, betyder det, at der reelt er spredt 1,7 tons våd aske pr. ha, men da vandet skal fraregnes, kommer doseringen ned på 1,4 tons asketørstof. Den tørre aske havde et ubetydeligt vandindhold, så her spredes der ikke vand. Desuden ser det ud til, at det tørre aske nemmere glider ud under doseringsbommen end den våde aske. Dette skyldes, at våd aske har en større tilbøjelighed til at klumpe sammen og blokere transporten under bommen.

Som det ses på figurerne fra prøvespredningen, blev våd aske spredt ganske jævnt, mens tør aske spredtes ujævnt ved denne spredning. Det er meget tydeligt, at tør aske kun i mindre grad bliver spredt mere end 4 meter ind fra sporet. Da en spredning i praksis sker i begge spor, er det summen af de to spredninger, der tæller. På figur 2 ses det beregnede spredbillede ved spredning i begge spor. Det ses, at den våde aske spredes jævnt men i lille dosis og den våde aske mindre jævnt og i gennemsnit i lidt for høj dosis.

Ny Bredal-vogn

Bredal har stillet en ny tallerkenspredervogn til rådighed og bekostet transporten til skoven, hvor forsøgene blev udført. Direktør Torben Sørensen deltog i spredningen, og var teknisk ekspert i forbindelse med justeringen af sprederen.

Nedenstående forsøg er udført med en fabriksny computerstyret Bredal K-spreder "Bredal-vogn". Prøvespredningerne er udført over flere omgange. Først er der beskrevet en analyse af forskellen mellem løst og klumpet aske, derefter er der resultater fra fem nummererede forsøgsspredninger.



Vejeceller under ladet og computerstyret tallerkenhastighed giver mulighed for at justere spredningen fra førerhuset. (Foto: Simon Skov)



Den nye Bredal-tallerkenspreder, der blev anvendt i forsøget. Bemærk den grå kasse under tallerknerne. Deri sidder remtrækket, der driver tallerknerne. (Foto: Simon Skov)

Justeringen af tallerknernes vinkel sker mekanisk, mens fremføringsbåndet og rotorhastigheden styres fra computeren i førerhuset. Doseringen styres ved at indtaste materialets vægtfylde. Derefter reguleres fremføringen og samstemmes med vejecellerne, som ladet står på. Justeringen til de sædvanlige produkter er velbeskrevet, mens indstillingen til aske er ubeskrevet. Når der ikke gives præcise anvisninger på indstillingen i denne sammenhæng, hænger det sammen med, at det er meget omfattende at videregive alle indstillinger for sprederen. Desuden er det udenfor projektets formål at give disse tekniske anvisninger. Projektets formål er, som tidligere beskrevet, at afklare om asken kan spredes jævnt og doseres korrekt i skov.

De efterfølgende forsøg er foretaget i en ”almindelig” nordvestjysk sitkabevoksning på ca. 40 år, med et stammetal på 600 træer/ha. Bevoksningen havde en normal tæthed af bundgrene for en lukket bevoksning af den alder. Det vil sige, at bevoksningen var i overgangen mellem at være helt tæt og mørk til at blive lysere med mosdækket skovbund. På de nederste meter af stammerne var der døde kviste. Sporafstanden var ca. 22 m. Spredningen sker med 5 km/t og computeren indstilles til en vægtfylde på 0,8. Da der er 20 % vand i asken, indstilles til en dosering på $3 \text{ ton/ha} \times 100\%/80\% = 3,75 \text{ ton/ha}$. I det efterfølgende underforstås ”tørstof” i alle vægtangivelser.

Remtrukne tallerkener

Herunder vises resultaterne af tre spredninger med remtrukne tallerkner på ”Ny Bredal-vogn”. Derefter ses yderligere to spredninger med ”Ny Bredal-vogn”, men med tallerkner på stilke.

Den traditionelle tallerkenspreder har remtræk fra PTOakslen til tallerknerne. Til brug på marker og andre flade arealer, er remtrækket en god løsning. Til brug i skove, hvor frigangen er afgørende for fremkommeligheden viste forsøget, at remtrækket er mindre egnet.



I kassen under tallerknerne er remtrækket fra PTOakslen til tallerknerne. Kassen stødte på skovbunden og blev beskadiget. (Foto: Simon Skov)

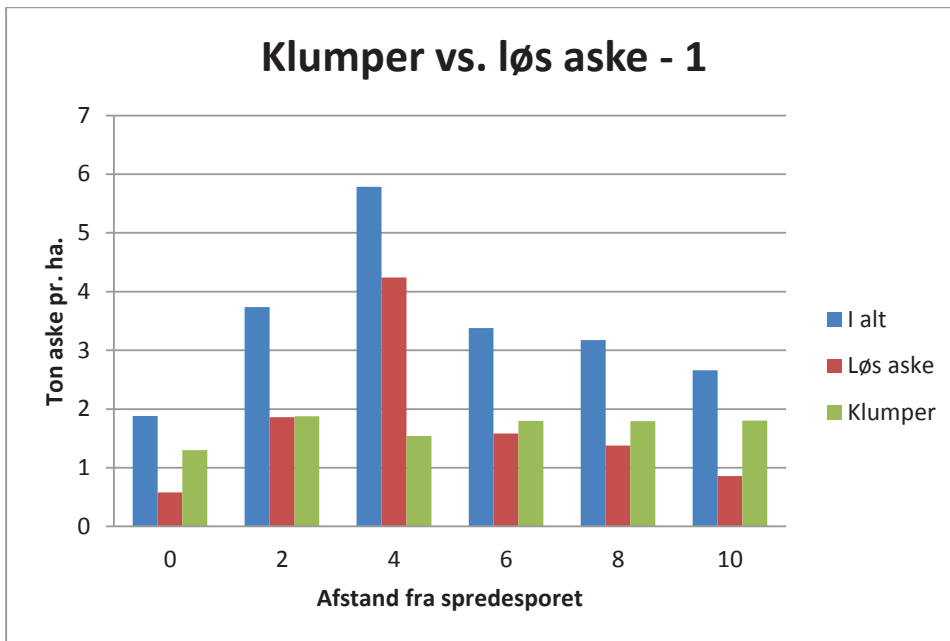
Første spredning er et for-forsøg for at få et indtryk af askens egenskaber ved spredning. Asken var en almindelig vådudasket blandaske med konsistens som muldjord. Der var ingen sammensmeltede slaggeklumper i asken. Den bestod både af løst, fugtigt materiale, og af klumper, som kunne knuses med fingrene. Ved denne spredning skulle spredebilledet for hhv. løst og klumpet aske beskrives. Det er visuelt tydeligt, at mange af klumperne i stakken knuses under spredningen enten ved tallerkenens kraft, eller ved faldet på skovbunden. Sidstnævnte medfører, at aske, der egentlig er spredt som en klump, optræder som løst aske efter spredning. Visuelt vurderet ud fra asken på skovbunden så det ud til at den løse aske spredtes kort og den klumpede aske spredtes langt. Mængdemæssigt så det ud til at doseringen nærmest sporet var langt højere end længere inde i bevoksningen. Vi ønskede at undersøge dette i nedenstående forsøg.



Denne aske ser klumpet ud ved levering, men ingen af klumperne er hårde og mange går i stykker under spredningen. (Foto: Simon Skov)

Nedenstående resultater er fremkommet ved at veje spredebakkerne, og derefter markere 2x2 meter omkring dem, og på knæ opsamle alle klumper på arealet. Derved er der målt både på løs aske og klumper. Årsagen til at klumperne blev opsamlet på et større areal end den løse aske, var at opnå et mere sikkert resultat. Klumper er defineret som større end 1 cm i diameter. Både løst og klumpet aske er omregnet til tons pr. ha.

De viste mængder er gennemsnittet af, hvad der er spredt hhv. til højre og venstre side af midterste spor. Der er også spredt i nabosporene. Bemærk, at der kun er data ca. halvvejs gennem bevoksningen til midt mellem sporene, da sporbredden er 22 meter. Idet der er spredt i alle spor, forventes det, at spredningen er symmetrisk over bevoksningsmidten.

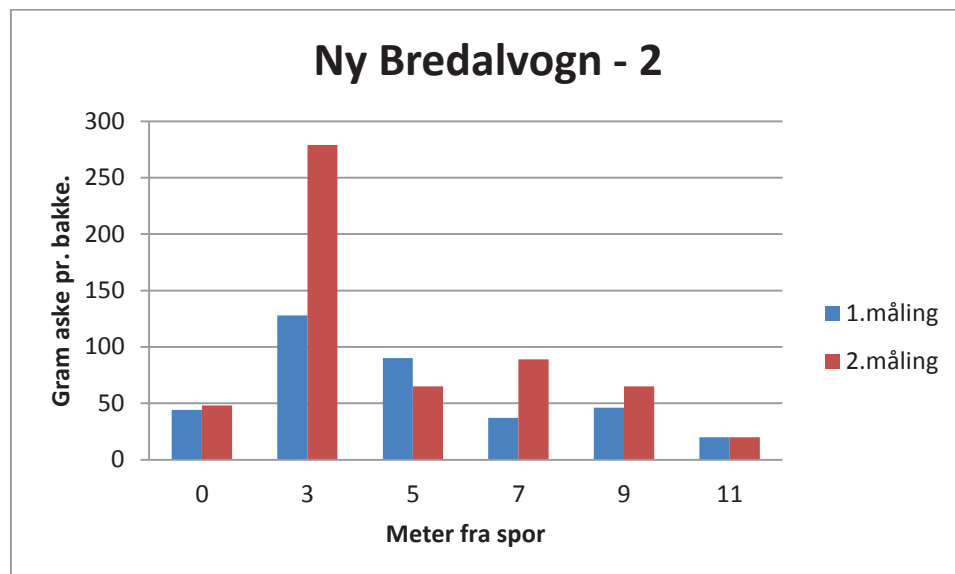


Figur 3. Tons aske-tørstof pr. ha. Sporet svarer til afstand 0. Den spredte aske er sorteret, så klumper over 1 cm i diameter og løs aske er vejlet hver for sig. Resultatet vises som gennemsnittet af vejningerne på hver side af sporet. Der vises resultater fra ét spor og halvvejs ind mod nabosporet. Der er også spredt aske i nabosporene.

Ovenstående figur bekræfter, at løs og klumpet aske har forskellige spredningsegenskaber. Det viser sig, at klumperne bliver spredt jævnt 10 meter ind i bevoksningen, mens løs aske spredes mindre jævnt. Den løse aske har i dette tilfælde en gennemsnitlig dosering på 1,8 ton/ha, mens klumperne doseres med 1,7 ton/ha i gennemsnit. I alt medfører dette, at løs aske og klumper tilsammen bliver doseret med et gennemsnit på 3,4 ton/ha.

Den lave dosering i sporet tolkes positivt, mens den meget høje dosering i kanten af bevoksningen ønskes reduceret. Spredning af løs aske har en fysisk begrænsning, idet hver partikel har lav vægt, og derfor relativ stor luftmodstand. Den løse fraktion af asken er derfor vanskelig at styre med hensyn til retning og vil kun blive spredt i begrænset afstand, mens klumperne nemmere lader sig styre og sprede over større afstande.

I det nedenstående måles spreddebilledet to gange på samme spredning. Sprederen kører ad et spor i den samme bevoksning, som er beskrevet i ovenstående. Der er opsat bakker i to rækker på tværs af sporet og halvvejs ind mod nabosporene. Bakkerne vejes før og efter spredninger for at måle på den spredte aske. Resultaterne viser spredningens jævnhed over arealet.



Figur 4. To målinger på samme spredning i 40-årig sitkabevoksning. Variationen mellem resultaterne viser, hvordan lokale faktorer som grene, ujævnheder osv. påvirker spredningen. Der er spredt aske i sporet (afstand 0) og målt halvvejs gennem bevoksningen.

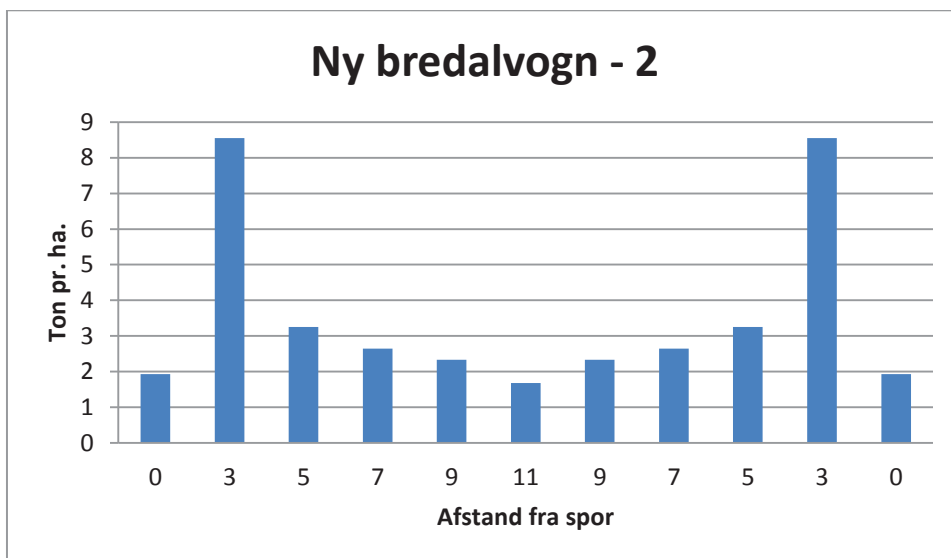
De to målinger kan sammenlignes for at få et indtryk af lokale variationer af samme spredning med samme aske, og samme indstilling på sprederen og i samme bevoksning. Her under er den procentuelle afvigelse beregnet som første sprednings procentvis andel af anden spredning.

Tabel 1. Den procentuelle forskel mellem to sammenlignelige målinger på samme spredning. Formel: $100 - (1. \text{ spr.} \times 100 / 2. \text{ spr.})$

Afstand fra spor (m)	0	3	5	7	9	11
Afgivelse (%)	8,3	54,1	-38,5	58,4	29,2	0,0

Med en variation mellem to målinger af samme spredning på op til 58 % er variationen stadig stor, selvom arealet af opsamlingsbakkerne er øget til 0,24 m² fra 0,03 m², som blev anvendt under forsøgene "Gammel Bredalvogn". I de efterfølgende forsøg anvendes store bakker på 0,24 m². Den relativt store variation skyldes, at forsøgene udføres i praksis og ikke under kunstigt opbyggede kontrollerede forhold. Imellem to baner af bakker på tværs af samme spor vil der trods mange ligheder være variationer af grene, ujævnheder, vindpust osv. Konklusionen er, at forsøgsspredningerne skal tages med et gran salt, dvs. ikke tolkes som absolutte præcise resultater, men som indikationer på niveauer. Dette er præcis som forventet af et praksisnært projekt af denne størrelse.

Ovenstående resultater kan anvendes til at estimere en samlet spredning ved kørsel i alle spor. Der tages udgangspunkt i gennemsnittet af de to resultatsæt her over. En statistisk behandling kræver mindst tre gentagelser, så her vises blot et gennemsnit.

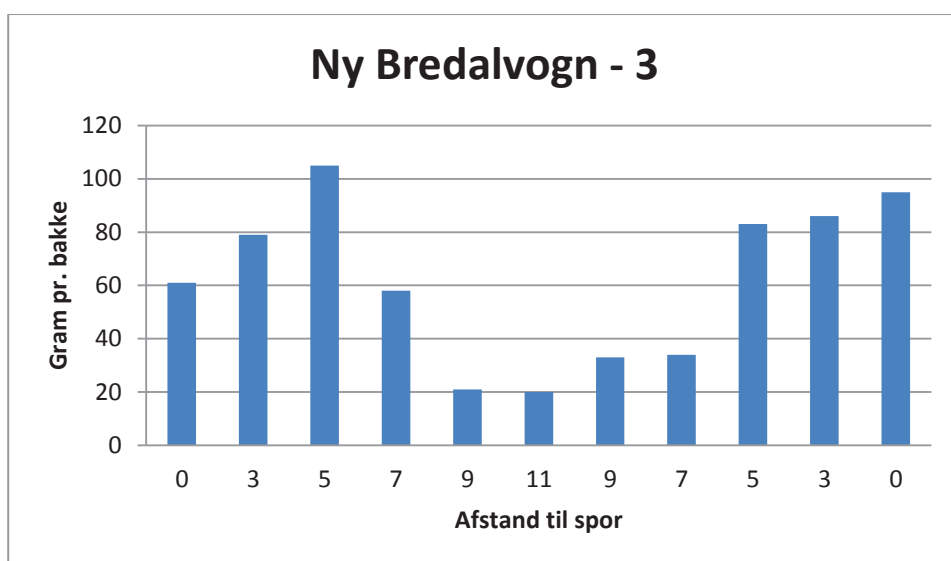


Figur 5. Beregnet resultat ved spredning i begge spor med en sporafstand på 22 meter.

Den gennemsnitlige dosering er 3,6 ton tør aske pr. ha. Der er tydelig overdosering i kanten af sporene (3 m), men meget jævn dosering på resten af arealet. Der er kun en marginal under-dosering midt i bevoksningen, og dermed opnås altså en forholdsvis jævn spredning inde i bevoksningen på trods af den store sporafstand.

Efter ovenstående forsøg (spredning 2) blev sprederen justeret for at modvirke den store overdosering i sporkanten. Resultatet ses i nedenstående figur (spredning 3). Justeringerne bestod i at ændre på forholdet mellem tallerknerne og fordeletrugten, som bestemmer hvor på tallerknerne, asken lander. Derved ændres sprede-vinklen. Samtidig blev rotorhastigheden sænket. Bevoksningen var den samme.

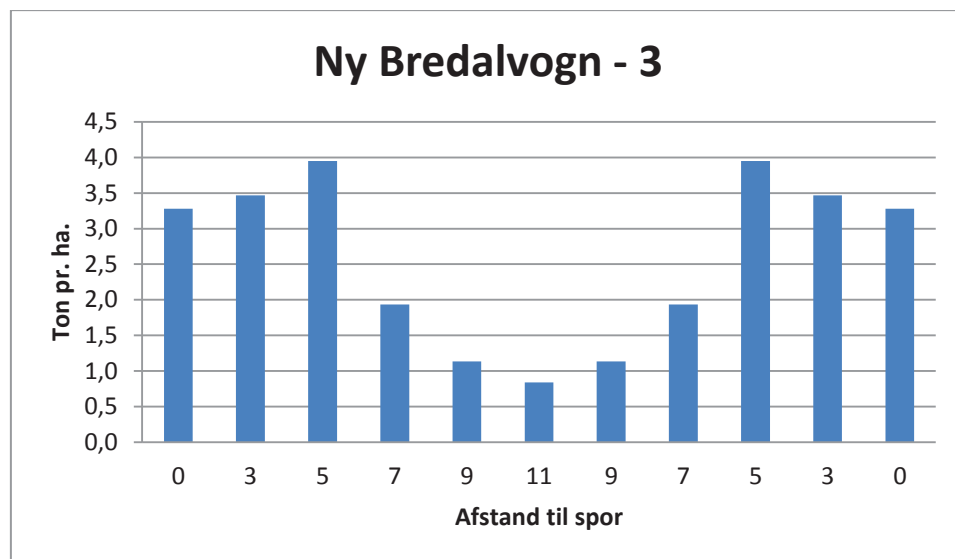
Resultatet blev et helt andet spredebillede.



Figur 6. Måleresultatet ved spredning i begge spor. Sporafstanden er 22 meter.

Spredebilledet er ændret, så der nu spredes relativt mere på de yderste 7 meter i bevoksningen, men til gengæld mindre midt i bevoksningen. Det må bemærkes, at der nu i højere grad end under tidligere spredninger spredes aske i sporene, hvor asken formodentlig gør mindre gavn end i bevoksningen. Der er ganske vist rødder under sporene, men formodentlig flere rødder inden i bevoksningen, hvor træerne står tættere og hvor jorden ikke er påvirket af kørsel.

De målte askemængder kan bruges som grundlag for at beregne en gennemsnitlig spredning og dosering ved spredning i begge spor. Resultatet ses på nedenstående figur.



Figur 7. Gennemsnitlig spredning ved 22 meters sporafstand og spredning i begge spor.

Den tredje spredning resulterer i en gennemsnitlig dosering på 2,6 ton tør aske pr. ha., dvs. under den maksimale dosering på 3 ton/ha, dog med en overdosering i og ved sporet og med en underdosering mere med 5 meter fra sporet.

Tallerkner på stilke

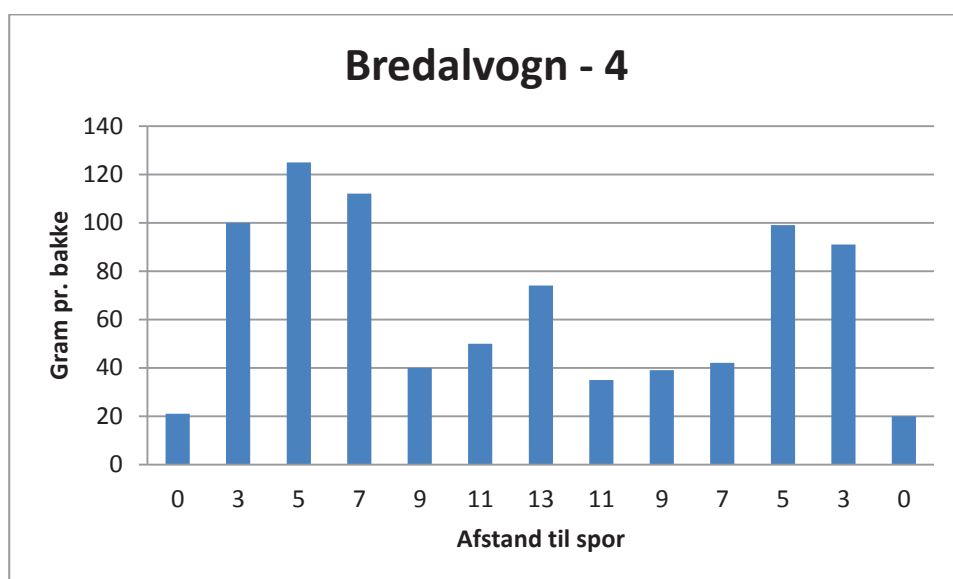
Efter tredje spredning kørte remtrækket på sprederen fast pga. ujævnheder i skovbunden, og remmene blev beskadiget. Dette gav anledning til at forsøge askespredning med hydraulisk drevne tallerkener, såkaldte "stilke". Denne model anvendes i Sverige og har den store fordel, at frihøjden er væsentligt øget, da der ikke er maskindele under tallerkenniveau.



Tallerkner på stilke. Tallerknerne drives af et hydraulisk system i hver stilk. Frihøjden er betydeligt forøget ifht. remtrukne tallerkner.

Ud fra erfaringerne med de foregående spredninger, blev sprederen igen justeret, især for at mindske spredningen af aske i selve sporet. Rotorhastigheden blev øget i forhold til spredning 3, og placeringen af den faldende aske på tallerkenerne blev ændret, så spredning bagud blev mindsket.

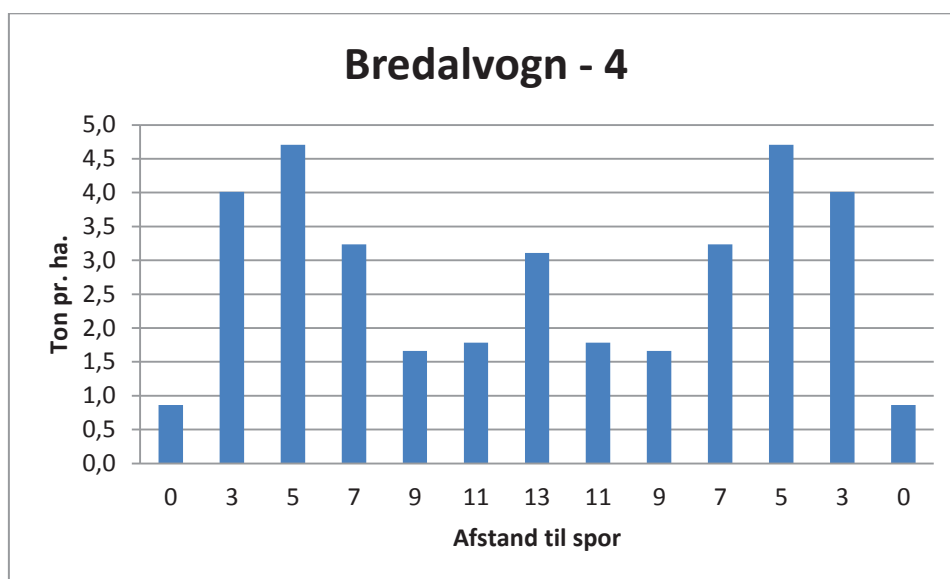
Resultatet af spredning 4 ses her under. Asken og bevoksningen var den samme som i de tidligere forsøg, men sporafstanden fra midte til midte var her 25 meter. Den varierende sporafstand skyldes, at begge spor svinger en smule. Den gennemsnitlige sporafstand var ca. 22 meter.



Figur 8. Måleresultaterne af fjerde spredning. Der er spredt aske fra begge spor (afstand 0).

Justeringen har som ønsket medført, at spredningen i sporene blev reduceret, men der sker dog stadig en overdosering yderst i bevoksningen og en underdosering inderst i bevoksningen. Forskellen mellem min. og max. er dog betydeligt mindre end tidligere.

På baggrund af måleresultaterne kan der beregnes en gennemsnitlig dosering og spredning. Nedenstående figur viser, at der kun spredtes lidt i sporet (afstand 0). Yderst i bevoksningen (3-7m) spredtes 3,2-4,7 ton/ha, mens der midterst i bevoksningen spredtes 1,7-3,1 ton/ha. Den højere dosering midterst i bevoksningen (13 m) må skyldes, at der tilføres aske fra begge spor. Det er en effekt, der ikke er set i de tidligere spredninger, og som hænger sammen med sprederens indstilling.



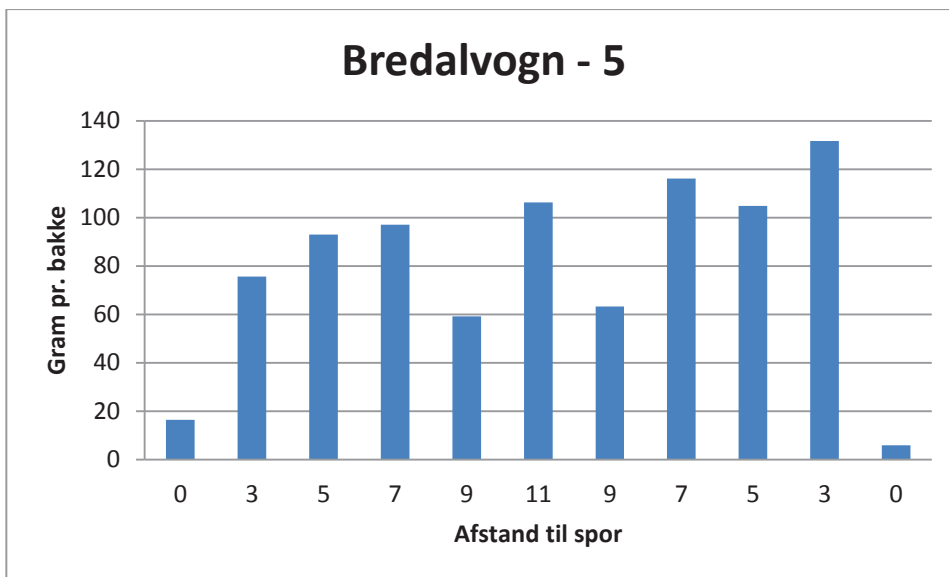
Figur 9. Gennemsnitlig spredning kørsel i begge spor og 25 m sporafstand.

Ovenstående spredning (nr. 4) efterlader et ønske om at sprede lidt mere aske 9 og 11 meter fra sporet. Stilkenes vinkel blev justeret lidt, og rotorhastigheden blev øget en smule. Imellem de spor, hvor spredning 5 foregik, var der 22 meters sporafstand. Der spredtes aske i begge spor.



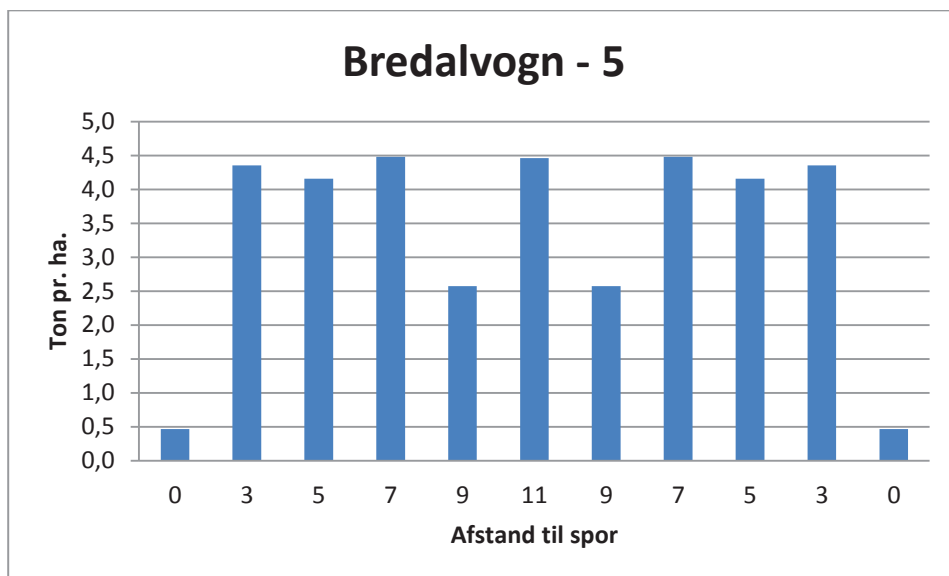
Justering af sprederen med skruenøgle og hammer. Justeringen kræver erfaring. Her skruer Torben Sørensen, Bredal A/S.

Nedenstående viser resultatet af spredning nr. 5.



Figur 10. Måleresultaterne af spredning 5 med tallerkener på stilke.

Resultaterne kan danne grundlag for at udregne den gennemsnitlige spredning.



Figur 11. Spredning nr. 5. Den gennemsnitlige dosering efter spredning i begge spor.

Spredning nr. 5 resulterer i en dosering på 3,3 tons/ha, og et spredbillede, hvor der næsten ikke spredes aske i sporene, men hvor der spredes stort set jævnt i bevoksningen.

Spredning nr. 5 må siges at være beviset på, at tallerkener på stilke og korrekt indstilling giver mulighed for præcis dosering og jævn spredning, selv i relativ tæt nåleskov med hele 22 meters sporafstand.

Bredal på Timberjack

Fremkommeligheden i skoven er vigtig. En skade på remtrækket på en standard Bredal-vogn koster både tid og penge. Som beskrevet herover erfarede vi under dette projekt, at der er risiko for at beskadige det normale remtræk, selvom det er beskyttet af en solid kasse under tallerkenerne. Høje stød og ujævnheder kan kræve mere frigang, end traditionelle Bredal-vogne med remtræk kan levere.

Der er to måder at øge frihøjden på. Den ene er at erstatte remtrækket med hydraulisk drevne ”stilke”, hvorpå tallerkenerne sidder. Denne metode er afprøvet og beskrevet under spredning 4 og 5 i ovenstående kapitel. For at opnå yderligere fremkommelighed, kan Bredal-sprederen leveres i en skov-udgave uden stel og hjul, men som en enhed, der monteres bag på en skovmaskine, i dette tilfælde en Timberjack udkørselsmaskine.



En Bredal-spreder med lad monteret på skovmaskine. (Foto: Simon Skov)

Den maskinmonterede spreder har desuden den fordel, at skovningsmaskinens kran kan udnyttes som gravemaskine, og maskinen kan derved selv grave aske op i ladet.

Sammenlignet med traktorløsningen, hvor der enten skal være en frontlæsser til rådighed, eller hvor traktoren skal spændes af vognen for at fylde den med aske, så spares der tid ved, at skovmaskinen kan fylde ladet med aske, uden at spænde vognen af.



Skovmaskinens kran monteres med skovle og bruges til at grave aske op i ladet. (Foto: Simon Skov)

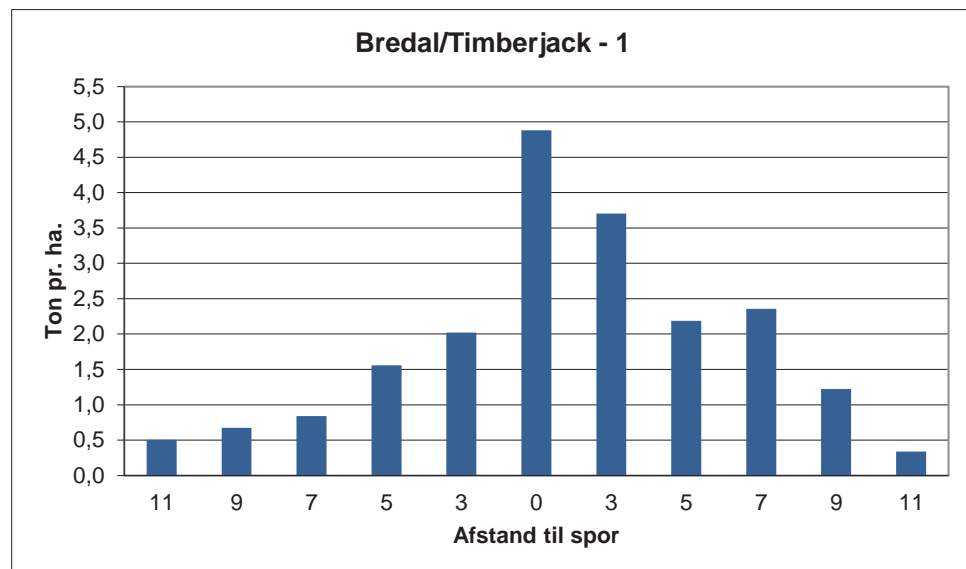
Forsøgene med en ny Bredal-spreder monteret på en skovningsmaskine er foretaget i en midtjysk plantage på meget mager bund. Plantagen er en rødgranbevoksning på ca. 50 år med et stammetal på ca. 600 træer/ha. I denne skov er der flere bundgrene end det var tilfældet under de tidligere omtalte spredninger. Grenene er døde kviste, men der er relativt mange af dem. Sporafstanden er ca. 14 meter. Bevoksningen er valgt, fordi det blev vurderet, at det har stor praktisk relevans at sprede aske i bevoksningen.



Bevoksningen, hvori de nedenstående spredninger sker, har relativt flere bundgrene end de foregående bevoksninger. (Foto: Simon Skov)

De nedenstående spredninger er udført uden deltagelse fra Bredal. Sprederen er derfor justeret uden den ekspertise, som Bredal besidder. I stedet blev den justeret af Preben Wachs, der er ejer af sprederen.

Herunder vises resultaterne af tre spredninger (Bredal/Timberjack 1-3) med omtrent samme aske og bevoksningstype, men med forskellige indstillinger på sprederen. Første spredning foregik med sprederen i fabriksindstilling. Der spredes aske i sporet (afstand 0).



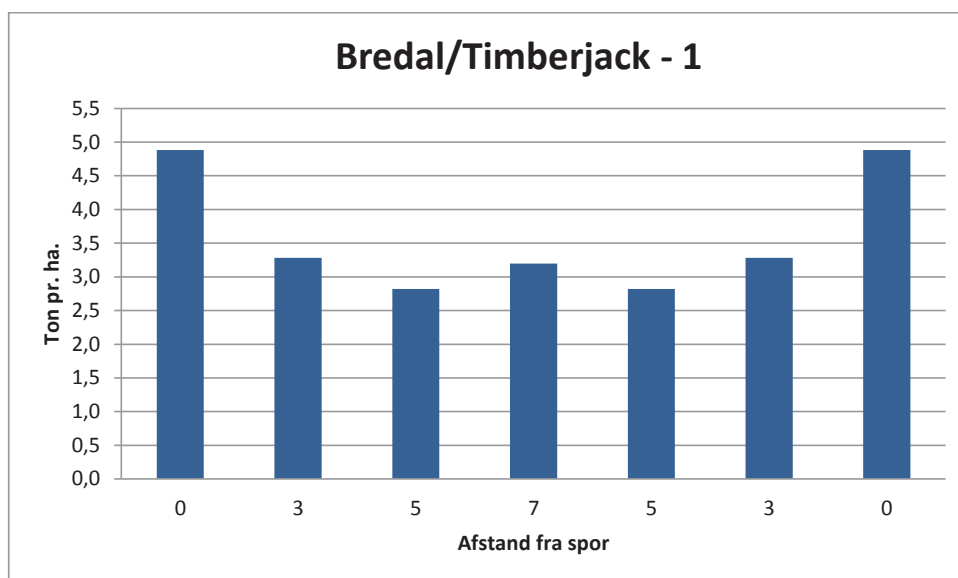
Figur 12. Spredning fra en fabriksindstillet tallerkenspreder monteret på skovmaskine. Der ses en stor dosering på sporet og en mindre dosering i bevoksningen. Bemærk at der kun er spredt aske i sporet (afstand 0). Der er ikke spredt aske i nabosporene.



Spredning med Bredal-spreder monteret på skovmaskine. Der ses en prøveopstilling af bakker i forgrunden. (Foto: Simon Skov)

Det viste sig, at den fabriksindstillede spredde doserede størstedelen af asken på og ved sporet. Den gennemsnitlige dosering af første spredning er 1,8 ton/ha. Den endelige dosering ses efter spredning i alle sporene.

Ovenstående måleresultater giver grundlag for at beregne spredningen og doseringen ved kørsel i alle spor. Resultatet beregnes ved at udregne den gennemsnitlige spredning ved hver afstand. Derefter vendes spredebilledet om, så den svarer til spredning fra nabosporet, og lægges til, så det svarer til spredning i begge spor. Resultatet vises herunder.

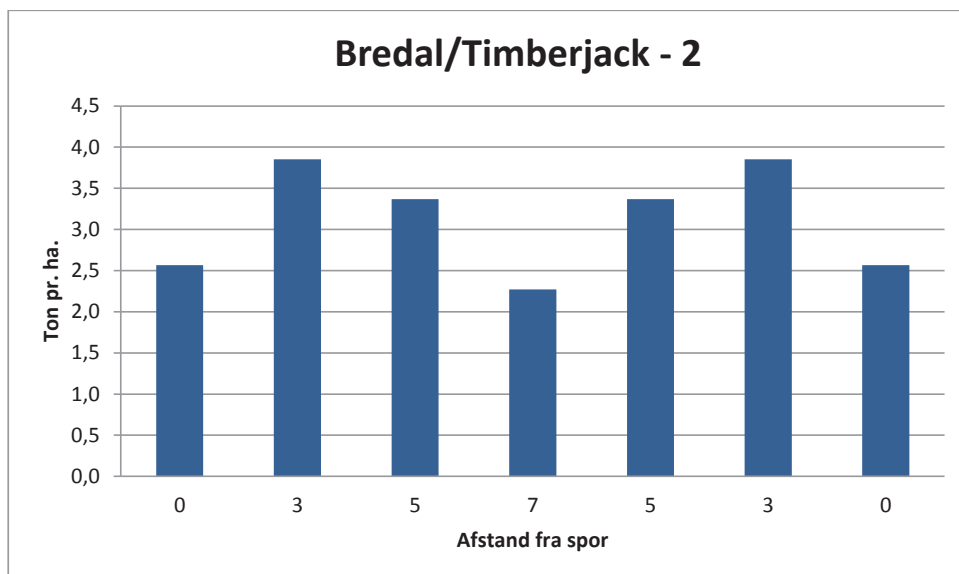


Figur 13. Den beregnede gennemsnitlige spredning og dosering ved kørsel i begge spor.

Der er spredt relativt meget aske i sporene, men spredningen i bevoksningen er forholdsvis jævn. Doseringen er i gennemsnit 3,4 ton/ha, hvilket er fordelt med en dosering på lige omkring 3 ton/ha i bevoksningen og en overdosering i sporene. Spredningen efterlader et ønske om at mindske doseringen i sporene.

I situationen forsøgte vi efter bedste evne at indstille sprederen. Vi justerede på tallerknerne i forhold til føderen, der fører asken ned på tallerknerne. Askens placering på tallerkenen afgør, hvilken horisontal vinkel asken bliver spredt med. Vi justerede også på tallerkenernes vinkel, så asken blev spredt i en mere højtgående bane i den vertikale vinkel. Desuden blev rotorhastigheden sat ned efter inspiration fra instruktionsbogen. Det er naturligvis langt at foretrække, at indstillingen udføres af erfarne folk.

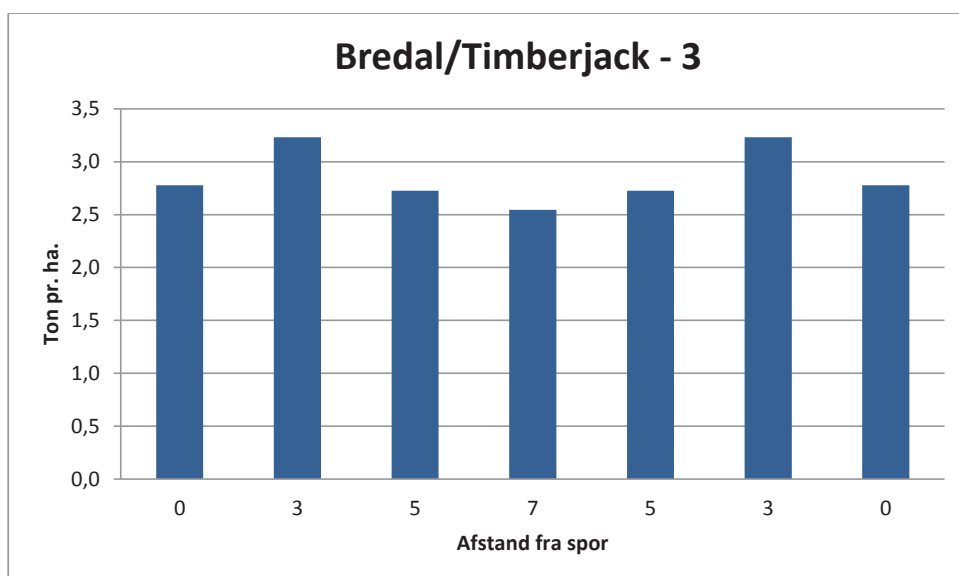
Efter indstillingen opnåede vi følgende resultat efter spredning fra begge spor.



Figur 14. Den gennemsnitlige spredning ved kørsel med skovmaskinemonteret Bredal-spreader på begge spor.

Det lykkedes altså at mindske spredningen i sporene og mindske doseringen en smule, så der nu tilføres 3,2 ton/ha mod 3,4 ton/ha i "Bredal/Timberjack 1". Med den forholdsvis lille sporafstand kunne det forventes, ud fra tidligere forsøg, at spredningen var helt jævn, og ikke havde en underdosering 7 meter fra sporet.

Nu hvor vinklen væk fra sporet var korrekt, men spredeafstanden lidt for kort, opjusterede vi tallerkenhastigheden. Det medførte, som det fremgår her under, at en del af asken blev spredt lidt længere.



Figur 15. Gennemsnitlig spredning ved kørsel i begge spor. Der spredes med Bredal-tallerkenspreder monteret på skovmaskine. Spredning og dosering er tilfredsstillende.

Forøgelsen af rotorhastigheden havde den ønskede effekt, så der nu ikke underdoserer på 7 meters afstand af sporet. Denne indstilling spreder 2,9 ton/ha meget jævnt. Ovenstående spredning er den sidste i rækken af spredninger. Resultatet må siges at være meget tilfredsstillende.

Det er hermed bevist, at aske kan spredes jævnt og doseres præcist på trods af ujævnt terræn og bundgrene.

Barkskader

Opgørelsen af barkskader er en perifer del af projektet, men bekymrer flere skovejere i forbindelse med askespredning.



Asken slynges ud mod træerne med stor kraft. Klumper, der rammer barken, kan medføre skader. (Foto: Simon Skov)

Der er ingen tvivl om, at visse typer aske indeholder så mange hårde klumper, at der i forbindelse med spredningen vil opstå barkskader i betydeligt omfang. Andelen af sammenbrændte klumper varierer fra værk til værk, og afhænger også af flisens oprindelse og sandindhold, værkets drift osv.

Mange klumper er løse og går i stykker under spredningen. Disse klumper medfører ikke barkskader. Andre klumper er hårdt sammenbrændt aske og sand. Disse varierer i størrelse, farve og hårdhed, men kan være glas-hårde, kniv-skarpe og naturligvis gøre skade, når de rammer et træ.

Under optællingen af barkskader var det i øjnefaldende, hvor mange barkskader med andre årsager, der er på træerne. Skader som følge af udtyndinger er ikke kvantificeret, men er ganske betydelig i antal og omfang, og skal inddrages i vurderingen af aske-skader.

I Fromsseier Plantage bliver der spredt aske fra flere varmegærker. Et af værkerne leverer en stor del af de hårde klumper. Ved en fejl blev et parti af denne aske spredt uden opblanding med andre asker i 2012. Når vi ser arealet i 2014, kan der konstateres harpiks-flåd fra alle træer i yderste række mod sporet. Skaderne er koncentreret i et højdeinterval på ca. en halv meter, hvilket svarer til askespredningen.



Skadebilledet er det samme på alle træerne. Der er barkskader med harpiksflåd på siden ud mod sporet (venstre billede), mens bagsiden af træet er uskadt (højre billede). (Foto: Simon Skov)

Antallet og omfanget af skader er alt for højt og vil medføre en deklassificering af slutproduktet fra tømmer til emballage-træ og evt. helt ned til energitræ, hvilket medfører en betydelig forringelse af indtjeningen.

Nedenstående undersøgelse beskriver sammenhængen mellem askens indhold af klumper og barkskader. Undersøgelsen omfatter en soldning af asken, spredning med Bredal-spreder på skovmaskine og opgørelse af barkskaderne.

En soldning med et 10 mm sold viser, at 33 % af asken på friskvægtbasis er klumper større end 10 mm. Resultatet viser, at andelen af klumper er betydeligt større end visuelt vurderet. Langt de fleste af klumperne er hårde. De bløde klumper deles til smuld under soldningen.

Efter spredning af asken er de træer yderst mod sporene sorte af aske i et ca. 30 cm bånd. Dette askelag blev børstet af for at registrere barkskader. Kriterierne for barkskader var strengest muligt. Alle former for huller og knusninger i barken blev registreret uanset størrelse og dybde. Både huller og trykskader giver skader i barkens funktion og det underliggende vækstlag.



Asken indeholder 33 % klumper over 10 mm. (Foto: Simon Skov)

Hundrede træer i første række fra sporet blev børstet. Der blev registreret 14 skader, hvoraf de fleste var mindre trykskader. Det vurderes, at skaderne er så små, at de ikke vil medføre deklassificering.

Den forholdsvis klumpede aske i undersøgelsen medfører altså små skader på 14 % af træerne i yderste række. Der blev ikke noteret skader på træer i anden række fra sporet.



Huller og trykskader blev noteret på 14 % af træerne i første række fra sporet. (Foto: Simon Skov)

Der blev ligeledes noteret skader efter spredning for et år siden. Andelen af klumper i asken fra den gang kendes naturligvis ikke, men asken beskrives som magen til den soldede. Træerne i første række fra sporene blev gennemgået. Denne gang var kriteriet for skader, at der kunne ses flåd af harpiks. Der kunne stadig ses en mørk bræmme på barken, der hvor asken ramte træet.



Træ med skade efter askespredning for ét år siden. (Foto: Simon Skov)

Der blev ledt efter skader på 100 træer og fundet askerelaterede skader på 8 træer. Der blev kun fundet små skader, ingen større skader. Der var ikke tegn på, at laget af løst aske på barken har en negativ effekt. Et år efter spredningen anes bræmmen, som en mørkfarvning af de yderste flager af barken. Der ses ikke tegn på skader i den forbindelse. Selvom asken er meget basisk, når den bliver spredt, antages det ud fra de beskrevne observationer, at der ikke er sket skader forårsaget af askens kemiske sammensætning.

Om skaderne efter spredning af aske er acceptable eller ej afhænger således både af askekvaliteten og af forventningerne til slutproduktet i bevoksningen. En meget klumpet aske giver uacceptable skader på tømmer-træer, mens skaderne kan accepteres på energitræ. Omvendt ses der kun små skader efter en aske med færre og blødere klumper.

En af mulighederne for at gennemføre askespredning og samtidig minimere skaderne er at solde eller knuse asken før brug. Det kan gøres ved at opsamle asken, så mængden bliver stor, og så leje udstyr til soldning eller knusning af grusgravsprodukter.

En anden metode, der erfaringsmæssigt har stor virkning er, at askespredningen skal ske om vinteren. Fra foråret og resten af vækstsæsonen er barken og det underlæggende kambium blødere og tager nemmere skade af de stød askeklumperne kan give.



Ved spredning af løst aske hænger noget af asken fast på barken. Ét år senere ses det som sort farve på de yderste barkskæl. Der er ikke tegn på skader i den forbindelse. (Foto: Simon Skov)

Skovbunden

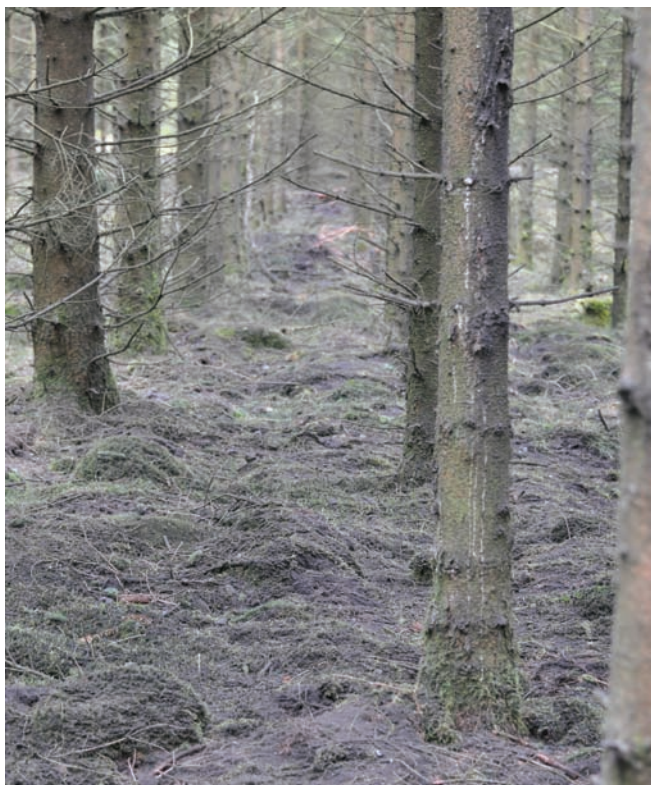
Askespredning har flere effekter på skovbunden. De kemiske effekter for jordens frugtbarhed skal ikke omtales her, men er behandlet i rapporten ”Forbehandling og recirkulering af flisaske” af Simon Skov og Morten Ingerslev (2011).

Askens effekt på mosset i skovbunden er behandlet i ”Biologisk respons på flisaske i skove” af Simon Skov og Morten Ingerslev (2014). Hovedkonklusionen er, at aske, der har en ledningsevne under 2800 mS/m kun medfører ubetydelig gulfarvning af mosserne, og at denne effekt aftager efter kort tid og er helt væk inden for det første år. Disse resultater bekræftes i nærværende projekt. Der er ledt efter mosskader på arealer, hvor der blev spredt aske for hhv. et og to år siden. Der blev ikke noteret skader på mosset.



Mosset er grønt og viser ingen tegn på skade ét år efter spredning af aske. (Foto: Simon Skov)

Umiddelbart efter spredning af aske er skovbunden sort af fin aske. Det sorte indtryk forsvinder helt eller delvist første gang det regner.



Umiddelbart efter spredning er skoven sort. Efter første regn er det fine aske skyllet ned i skovbunden. (Foto: Simon Skov)

Afhængigt af askens indhold af større sammensmeltede klumper, vil askespredningen kunne ses som klumper i skovbunden. De større klumper af smeltet sand og aske forsvinder ikke, men overvokses af mos eller dækkes af nåle.



Efter ét år er klumperne stadig synlige i skovbunden, men halv dækket af nåle og begroet af mos skal man lede for at finde en håndfuld. (Foto: Simon Skov)

Økonomi

Den økonomiske kalkule er ikke en del af nærværende projekt, men et naturligt spørgsmål til emnet. Økonomien behandles overfladisk her under. Bredal har oplyst en pris på de omtalte spreadere. Den nye vogn med remtræk (standard K65 spredevogn) koster omkring 225.000 kr. + moms. Sprederen, der kan monteres på skovmaskine består af en specialudgave af en K65 spreder med stilke og lad, men uden hjul. Den koster omkring 240.000 kr. + moms.

Præstationen (tons pr. time) er meget varierende, og der indgår herunder flere vigtige parametre:

- Afstanden mellem stakken og arealet, hvor asken skal spredes, er vigtig for tidsforbruget.
- Askens vægtfylde betyder meget for, hvor ofte vognen skal genfyldes.
- Askens vandindhold er afgørende for doseringen. Den lovlige maksimale spredning på 3 ton/ha gælder tørstof, hvilket vil sige, at vandet må regnes oven i doseringen. Et vandindhold på 30 % er normalt, og medfører altså, at der må spredes ca. 4,6 tons frisk vare pr. ha. Det er naturligvis håndteringen af tørstof og vand tilsammen, der påvirker spredeshastigheden.
- Maskinens hastighed i bevoksningen afhænger af terrænet, sporbredden osv.
- Maskinløsningen, dvs. om det er hurtigt at læsse aske i ladet fx vha. skovmaskinens egen kran, eller om spredervognen skal spændes af inden påfyldning med traktorens frontskovl.

Den bedste vurdering af præstationen med spreder monteret på skovmaskine under normal drift, svinger fra 4 til 7 tons i timen med et formodet gennemsnit på 6 tons. I denne sammenhæng er vægten opgivet som friskvægt. Et fyldt lad vejer 5-6 tons og bliver typisk læsset, transporteret til bevoksningen og spredt på lidt under en time.

Prisen for en maskintime varierer meget, men hvis vi for eksemplets skyld forudsætter en maskinpris på 600 kr. i timen, så koster selve spredningen altså i omegnen af 100 kr. pr. tons fugtig aske. Dertil lægges omkostninger til forberedelse af maskinen, rengøring, transport, hældning, administration mv. Udgifterne modsvares af den betaling varmeværkerne giver for at aflevere asken. Der er ikke grundlag for et estimat af den samlede pris i dette projekt.

Maskinløsningen med traktor og spredevogn er blevet vurderet til at kunne sprede 2 tons pr. time, men præstationen varierer meget ud fra de ovenstående parametre. En af årsagerne til traktorløsningens mindre præstation er tidsforbruget ved læsning af ladet.



Det tager lidt tid at spænde vognen af og fylde 5-6 tons aske på ladet med frontlæsserne.

Konklusion

Den overordnede konklusion er, at aske kan spredes jævnt og doseres korrekt med tallerkenspredere, hvis de justeres til opgaven. I skove, hvor fremkommeligheden er en udfordring for en traktor med vogn, kan askespredningen med fordel ske fra en tallerkenspreder monteret på en traditionel skovmaskine.

Der er behov for at justere sprederen i forhold til sporafstanden, askens vandindhold og massefylde.

- Gamle Bredal-vogne skal justeres specifikt til aske for at opnå en acceptabel spredning og dosering. Gamle Bredal-vogne justeret til fx kunstgødning egner sig ikke til spredning af aske uden omjustering.
- Nye Bredal-vogne har flere justeringsmuligheder og kan indstilles til jævn spredning og korrekt dosering. Måling af doseringen og efterfølgende justering af sprederen er vigtig for at få et jævnt spredningsbillede.
- Asken bør ikke have konsistens som tørt støv, da dette spredes ukontrolleret. Jordfugtig aske med en konstant andel af løse klumper er optimal for spredningen.
- Fabriksindstillinger bør også på nye spredere ændres, så asken spredes jævnt og doseres korrekt.
- Justeringen skal gentages, når sporafstanden ændres væsentligt, eller askekvaliteten (flyveaske, bundaske, vandindhold mv.) ændres.
- Resultatet kan blive tilfredsstillende både mht. dosering og spredning både med 14 og 22 meters sporafstand, og på trods af relativ tæt bevoksning.

Aske indeholder typisk en blanding af fint aske og klumper. Når asken spredtes rammer den træerne hårdt. Den løse aske bliver siddende på træerne og kan et år senere ses som sorte bræmmer. Der er ikke set tegn på at træerne tager skade af askebræmmerne. Under spredningen kan klumperne i asken give slag-skader på barken. Skaderne kan erfaringsmæssigt minimeres ved at sprede asken udenfor vækstsæsonen. Asken kan også knuses eller soldes inden brug.

Skovbunden er sort efter spredning af 3 tons pr. ha. Det sorte lag forsvinder ved første regnbyge. Når asken har en hærtningsgrad, der opfylder kravene i Bioaskebekendtgørelsen, vil asken ikke medføre nævneværdige skader på mosset. Klumperne i asken vil i løbet af et par år blive dækket af mos og nåle.

Litteratur og links

Skov S. og Ingerslev M. 2011. Forbehandling og recirkulering af flisaske. PSO 5317. Arbejdsrapport nr. 139, Skov & Landskab, Life, Københavns Universitet.

Skov S. og Ingerslev M. 2014. Biologisk respons på flisaske i skove. IN PREP. Udgives medio 2014 på ign.ku.dk

www.bioaske.dk (Hvor der bl.a. er link til Bioaskebekendtgørelsen.)

www.bredal.com

Tak

Bredal A/S og direktør Torben Sørensen skal have tak for bidraget både i form af maskiner og timer.

Fromsseier Plantage A/S, Skovfoged Mogens Lunde og skoventreprenør Preben Wachs skal have mange tak for gentagne gange at bidrage til undersøgelsen.

Naturstyrelsen Thy, Skovfoged Per Kynde og maskinfører Finn Christensen skal have mange tak for at øse af erfaringerne med askespredning og deltage i forsøgene med både nyt og gammelt spredeudstyr.

Også stor tak til NST for bevillingen under ordningen "Praksisnære forsøg" og til Kim Neven for god forståelse for, at feltundersøgelser og tidsplaner er en svær kombination.



Tak for hjælpen til Mogens og Preben. Selvom målingerne så vidt muligt sker under normal "daglig drift", så tager det tid at have "gæster". (Foto: Simon Skov)



Og til sidst en advarsel. Ophold i nærheden af askespredere medfører risiko for skudhuller. Her er Simon ramt i panden. (Foto: Sissel Geyti)

INSTITUT FOR GEOVIDENSKAB
OG NATURFORVALTNING
KØBENHAVNS UNIVERSITET

ROLIGHEDSVEJ 23
1958 FREDERIKSBERG C

TLF. 3533 1500
WWW.IGN.KU.DK